

20-1821

ДУБЛЕТ

Ф. Ф. Адамень

20-01822

# ВНЕШНЯЯ СРЕДА И СТРЕССЫ У РАСТЕНИЙ



Ф. Ф. Адамень

**ВНЕШНЯЯ СРЕДА  
И  
СТРЕССЫ У РАСТЕНИЙ**

Монография

Симферополь  
«Полипринт»  
2019

УДК 581.1

ББК 28.58

А 28

*Рекомендовано к печати Ученым советом Федерального государственного учреждения науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», протокол № 18 от 24 декабря 2018 г.*

Рецензенты:

**Багрикова Н. А.**, доктор биологических наук, заместитель директора по науке ФГБУН «НБС – ННЦ»;

**Балыкина Е. Б.**, доктор сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией энтомологии и фитопатологии ФГБУН «НБС – ННЦ».

**Адамень Ф. Ф.**

А 28 Внешняя среда и стрессы у растений. – Симферополь, Полипринт, 2019. – 876 с.

УДК 581.1, ББК 28 58

Абиотические стрессы, такие как засуха, наводнение, проблемные почвы (соленость и щелочность), экстремальные температуры (особенно в периоды цветения и созревания), химическая токсичность и окислительный стресс, а также биотические стрессы являются серьезными угрозами для устойчивого и оптимального развития растений

Земледелие Крыма постоянно испытывает тяжелые последствия опустошительных засух, пыльных бурь, чрезмерно обильных дождей, градобитий и других стихийных бедствий в годы, неблагоприятные для урожая сельскохозяйственных культур.

Эта книга, труд многолетних наблюдений и исследований, призвана обеспечить информацией, необходимой для принятия верных решений в реагировании на абиотические и биотические стрессы в аграрном производстве. Она рассчитана на специалистов сельского хозяйства, ученых и студентов высших и средних учебных заведений. Здесь представлена информация, необходимая для принятия верных решений в реагировании на абиотические и биотические стрессы в аграрном производстве. Любому неблагоприятному изменению внешней среды можно противостоять только на основе прочных знаний механизма устойчивости растений к стрессам и способам управления внешней средой.

**Adamen F. Environment and plant stresses.** – Simferopol, 2018 – 876 p.

Abiotic stresses such as drought, flooding, problem soils (salinity and alkalinity), extreme temperatures (especially during flowering and ripening), chemical toxicity and oxidative stress, and biotic stresses are serious threats to sustainable and optimal plant development.

Agriculture in the Crimea is constantly experiencing severe consequences of devastating droughts, dust storms, excessively heavy rains, haildamages and other natural disasters in years unfavorable for crop production.

This book is the work of longterm observations and research and designed to provide the information necessary to make the right decisions in responding to abiotic and biotic stresses in agricultural production. It is intended for agricultural professionals, scientists and students of higher and secondary schools. Here is the information needed to make the right decisions in response to abiotic and biotic stresses in agricultural production. Any adverse change in the environment can be withstood only on the basis of strong knowledge of the mechanism of resistance of plants to stresses and ways of management of the environment.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
ВНЕШНЯЯ СРЕДА И СТРЕССЫ У РАСТЕНИЙ .....	4
ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА I ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА .....	8
1.1. Климатическое районирование Крымского полуострова .....	8
1.2. Характеристика климатических зон Крыма .....	12
1.3. Характеристика семи почвенно-климатических зон Крымского полуострова .....	17
1.4. Разнообразие ландшафтов Крымского полуострова .....	25
1.5. Растительность Крымского полуострова .....	29
ГЛАВА II РЕАКЦИИ РАСТЕНИЙ НА ДЕЙСТВИЕ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ.....	32
2.1. Морфологическая, физиологическая и биологическая пластичность растений .....	32
2.2. Влияние растений на среду как обратная реакция на стрессы .	35
2.3. Абиотический и биотический стрессы растений в аграрном производстве .....	36
2.4. Особенности проявления стрессовых реакций у растений.....	52
2.5. Типы поврежденных растений под действием стрессоров.....	55
2.6. Неспецифическая реакция растений на стресс.....	62
ГЛАВА III ВОДНЫЙ ДЕФИЦИТ И УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ СТРЕССУ ЗАСУХИ.....	84
3.1. Водный дефицит и устойчивость к засухе .....	84
3.2. Типы и определения стрессов засухи .....	95
3.3. Характеристики засухи и её интенсивность .....	106
3.4. Повторяемость суховеев на ландшафтах Крымского полуострова .....	117
3.5. Климатологическая оценка степени увлажнения.....	118
3.6. Реакции растений на засуху.....	124
3.7. Прогноз вероятного возникновения засух различной интенсивности в регионе .....	131
ГЛАВА IV ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СТРЕСС И ЖАРОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ .....	137
4.1. Определение жароустойчивости растений .....	137
4.2. Периодичность температуры при выращивании растений.....	138
4.3. Высокая температура и тепловое напряжение стресса.....	138
4.4. Влияние высокой температуры на качество урожая.....	141
4.5. Влияние теплового шока на клеточном уровне.....	142

4.6. Влияние высокой температуры на уровне растения и ценоза .	147
4.7. Биохимические и метаболические реакции при высокой температуре .....	148
4.8. Методы управления в целях смягчения засухи и тепловых напряжений .....	152
4.9. Подбор культур и сортов устойчивых к высокой температуре .....	153
4.10. Высокотемпературный стресс в фазы вегетативного и генеративного развития .....	155
4.11. Молекулярно-генетические аспекты повышения жаростойкости .....	158
4.12. Механизмы приспособления растений к высоким температурам .....	160
4.13. Белки теплового шока и устойчивость растений .....	162
4.14. Способы повышения жароустойчивости растений и избежания перегрева .....	167
<b>ГЛАВА V ВЛИЯНИЕ ВОДНЫХ СВОЙСТВ РЕЖИМА ПОЧВ НА ВОДООБЕСПЕЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ .....</b>	<b>170</b>
5.1. Значение воды в почве для роста и развития растений .....	171
5.2. Формы воды в почве .....	174
5.3. Водные свойства почвы и основные почвенно-гидрологические константы .....	178
5.4. Типы водного режима почв и пути регулирования .....	183
5.5. Почвенный раствор, его состав, концентрация и методы изучения .....	185
5.6. Потребность в воде и особенности поглощения её растениями .....	188
5.7. Историческая информация о потреблении и доступности влаги растениям из почвы .....	191
5.8. Характеристика почвенного покрова Крымского полуострова .....	192
5.9. Подвижность почвенной влаги и её доступность для растений .....	194
5.10. Влияние уровня увлажнения на состояние сельскохозяйственных культур .....	197
5.11. Причины трудной доступности некоторой части почвенной влаги для растений .....	199
5.12. Факторы, влияющие на доступность воды для растений .....	203
5.13. Мощность и последовательность слоев почвы и накопление воды .....	205
5.14. Физическая суть испарения и конденсации воды в почве .....	216
<b>ГЛАВА VI ЗАСОЛЕНИЕ КАК ФАКТОР СТРЕССА НА РАСТЕНИЯ .....</b>	<b>226</b>

6.1. Состояние основных типов засоленных почв Крыма.....	227
6.2. Влияние осмотического стресса на растения .....	237
6.3. Роль $Ca_2+$ в отношении солевого стресса для растений.....	240
6.4. Потеря воды растениями из-за стресса солености .....	246
6.5. Клеточные и молекулярные механизмы адаптации растений к избыточному засолению.....	247
6.6. Действие засоления на метаболизм растений и его последствия .....	253
6.7. Эффекты засоления и стрессы, проявляющиеся на уровне целого растения .....	255
6.8. Токсическое действие засоления на растения .....	258
6.9. Механизмы устойчивости растений при засолении .....	262
6.10. Система антиоксидантной защиты растений при засолении .....	263
6.11. Ферменты антиоксиданты и их роль в защите растения при засолении .....	265
6.12. Низкомолекулярные антиоксиданты и их роль в защите растения при засолении .....	266
6.13. Устойчивость растений к повышенной концентрации солей в почве или в воде .....	268
6.14. Мероприятия по снижению стрессов у растений при засолении .....	270
<b>ГЛАВА VII ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЕ КАК ИСТОЧНИК СТРЕССА .....</b>	<b>277</b>
7.1. Влияние на растения недостатка или отсутствия кислорода при избытке воды в почве.....	278
<b>ГЛАВА VIII НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ: СУХОВЕИ, ПЫЛЬНЫЕ БУРИ, ГРАД, ВЫСОКАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА .....</b>	<b>288</b>
8.1. Эрозийно-экстремальные процессы в ландшафтах Крыма.....	288
8.2. Ускоренная эрозия, возникшая под влиянием деятельности человека .....	292
8.3. Ветровая эрозия, как разрушительный фактор в аграрном производстве .....	293
8.4. Борьба с дефляцией и защита почв от эрозии .....	298
8.5. Суховеи – опасные погодные явления для экологии Крыма ...	302
8.6. Пыльные бури – наиболее разрушительная ветровая эрозия почв .....	312
8.7. Агрометеорологическая характеристика некоторых пыльных бурь .....	320
8.8. Повреждения посевов пыльными бурями .....	325
8.9. Влияние эрозийных процессов на состав гумуса почв.....	328
8.10. Повреждение растений градом и способы защиты .....	341



8.11. Тенденции и динамика опасных и стихийных метеоявлений в предгорном Крыму .....	344
8.12. Пыльные вихри и их причины возникновения .....	350
8.13. Влияние влажности воздуха на рост и развитие растений.....	354
8.14. Особенности испарение воды с поверхности листьев и почвы .....	358
8.15. Грибковые заболевания. Принципы заражения растений.....	364
8.16. Биотическое напряжение против абиотического стресса .....	365
8.17. Минеральное питание растений и биотические стрессы .....	368
8.18. Вирусные заболевания .....	378
8.19. Прямые и косвенные последствия применения удобрений для болезней и вредителей.....	380
<b>ГЛАВА IX КОРНЕВАЯ СИСТЕМА И ЕЁ РОЛЬ В УСТОЙЧИВОСТИ К СТРЕССАМ РАСТЕНИЙ .....</b>	<b>381</b>
9.1. Роль корневой системы в противодействии абиотическому стрессу .....	381
9.2. Особенности роста и развития корней растений.....	382
9.3. Роль архитектуры корневой системы для устойчивости к абиотическому стрессу .....	393
9.4. Типы корневой системе растений в условиях засухи.....	399
9.5. Влияние внешней среды на корневую систему растений .....	406
9.6. Гидрологическая проводимость. Взаимодействия между корнями растений и почвой.....	419
9.7. Работа стержневой корневой системы деревьев в условиях дефицита воды.....	421
9.8. Обратная связь и преждевременная гибель .....	425
9.9. Физиология корневой системы в условиях солевого стресса..	442
9.10. Влияние форм азота на устойчивость растений к стрессорам засухи.....	445
<b>ГЛАВА X АДАПТАЦИЯ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ К ИЗМЕНЕНИЯМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ .....</b>	<b>451</b>
10.1. Устойчивость плодовых растений к низким температурам...	451
10.2. Влияние низких отрицательных температур на физиологические процессы у плодовых растений.....	462
10.3. Структура зимостойкости плодовых деревьев .....	469
10.4. Сезонная динамика роста корней плодовых культур .....	473
10.5. Повреждение плодовых растений низкими температурами ..	482
10.6. Регенерационные процессы поврежденных плодовых деревьев .....	490
10.7. Морфофизиологические факторы устойчивости плодовых растений к неблагоприятным условиям зимовки плодовых растений.....	491

10.8. Состояние покоя как фактор зимостойкости плодовых деревьев .....	492
10.9. Физиолого-биохимические механизмы морозостойкости и зимостойкости .....	496
10.10. Условия и причины вымерзания растений .....	498
10.11. Влияние условий питания на зимостойкость плодовых деревьев .....	511
10.12. Влияние подвоя на морозоустойчивость привоя .....	513
10.13. Влияние орошения на зимостойкость плодовых деревьев ..	514
10.14. Направленность обмена веществ. Длительность глубокого покоя .....	516
10.15. Устойчивость цветков и завязей к поздневесенним заморозкам .....	521
10.16. Повреждение клетки кристаллами льда .....	528
10.17. Зависимость весенней морозоустойчивости от генотипа плодовых растений .....	534
<b>ГЛАВА XI УСТОЙЧИВОСТЬ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР К ЖАРО- И ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ.....</b>	<b>537</b>
11.1. Физиологические основы жаростойкости и методы ее диагностики .....	539
11.2. Биологические основы создания устойчивых плодовых растений на основе биотехнологии .....	541
11.3. Биотический стресс у плодовых растений .....	545
11.4. Вирусное сопротивление плодовых культур .....	546
11.5. Сопротивляемость грибковым заболеваниям растений .....	548
11.6. Бактериальное сопротивление у плодовых растений .....	549
11.7. Сопротивление нападениям нематоды на плодовые культуры .....	552
11.8. Сопротивление плодовых вредителям и насекомым .....	555
11.9. Сопротивление плодовых растений гербицидам .....	556
<b>ГЛАВА XII МОРОЗОСТОЙКОСТЬ И ЗИМОСТОЙКОСТЬ РАСТЕНИЙ.....</b>	<b>557</b>
12.1. Холодное и морозное напряжение растений к стрессам вызванным низкими температурами .....	557
12.2. Механизмы замерзания и толерантности растений к морозам .....	562
12.3. Зимостойкость как устойчивость к комплексу неблагоприятных факторов перезимовки .....	566
12.4. Фазы закаливания растений .....	568
12.5. Обратимость процессов закаливания растений. Способы повышения морозоустойчивости растений .....	572
12.6. Зимнее вымокание и выпирание растений .....	574
12.7. Способы повышения зимостойкости растений .....	577



<b>ГЛАВА XIII ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ СОРТОВ И ГИБРИДОВ К ИЗМЕНЕНИЯМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ.....</b>	<b>579</b>
13.1. Экологические и генетические факторы, регулирующие адаптацию.....	579
13.2. Водный потенциал листьев и сопротивление устьиц.....	588
<b>ГЛАВА XIV ВЛИЯНИЕ СТРЕССОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЯ БОБОВЫХ НА ПРИМЕРЕ РАСТЕНИЙ НУТА.....</b>	<b>601</b>
14.1. Влияние факторов окружающей среды на сроки цветения генотипов нута.....	601
14.2. Засуха как основной фактор, определяющий продуктивность зернобобовых растений.....	602
14.3. Различия в ответах засухи при различных фенологических фазах растений.....	606
14.4. Влияние гранулометрического состава почвы на последствия засухи.....	606
14.5. Анализ роста и формирование сухого вещества растений нута в зависимости от условий года.....	609
14.6. Влияние мульчи из соломы пшеницы на влагообеспеченность растений нута.....	617
14.7. Взаимодействие воды и удобрений при выращивании нута .	619
14.8. Влияние режимов орошения, сроков и способов посева на продуктивность нута.....	624
14.8. Влияние влажности почвы на эффективность азотофиксации.....	642
<b>ГЛАВА XV СТРЕССОРЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ВИНОГРАДА.....</b>	<b>643</b>
15.1. Физиолого-биохимические процессы в растениях винограда при изменениях внешней среды.....	643
15.2. Устойчивость растений винограда к жаре.....	646
15.3. Влияние низких температур на устойчивость виноградных растений.....	648
15.4. Строение, рост, развитие корней виноградного растения и их функции.....	651
15.5. Повреждения корневой системы растений винограда.....	661
15.6. Повреждение лозы, почек и побегов винограда от заморозков.....	663
15.7. Осеннее повреждение вегетирующих растений и гроздей винограда.....	667
<b>ГЛАВА XVI ВЛИЯНИЕ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПШЕНИЦЫ УСЛОВИЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ.....</b>	<b>672</b>
16.1. Влияние влажности почвы на прорастание семян пшеницы.....	672
16.2. Факторы, влияющие на прорастание семян пшеницы.....	680
16.3. Биологическое состояние семян пшеницы и прорастание.....	683

16.4. Корневая система пшеницы озимой и её роль в устойчивости засухи .....	694
16.5. Зимо- и морозоустойчивость пшеницы озимой и ответ растений на низкотемпературные стрессы.....	717
16.6. Устойчивость пшеницы озимой к высоким температурам ....	729
<b>ГЛАВА XVII СОПРОТИВЛЕНИЕ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО ФАКТОРАМ АБИОТИЧЕСКОГО И БИОТИЧЕСКОГО СТРЕССА....</b>	<b>737</b>
17.1. Устойчивость растений ячменя к стрессовым факторам .....	737
17.2. Биотический стресс ячменя озимого, вызываемый болезнями .....	741
17.3. Биотический стресс ячменя озимого, вызываемый вредителями .....	750
17.4. Угнетающее влияние пестицидов на развитие растений ячменя .....	758
<b>ГЛАВА XVIII УСТОЙЧИВОСТЬ РАПСА ОЗИМОГО К УСЛОВИЯМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ.....</b>	<b>760</b>
18.1. Агрэкологические особенности выращивания рапса озимого в степной зоне .....	760
18.2. Влияние нарастания температур на рост и развитие растений рапса озимого.....	767
18.3. Влияние генотипа рапса озимого на его продуктивность.....	771
18.4. Отношение растений рапса озимого к влажности почвы.....	773
<b>ГЛАВА XIX УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ УСЛОВИЯМ СРЕДЫ .....</b>	<b>776</b>
19.1. Вода – главный ограничивающий фактор для роста и развития растений подсолнечника .....	776
19.2. Генетика засухоустойчивости и методы селекции для устойчивости к засухе .....	795
19.3. Устойчивость подсолнечника к минеральному дефициту и минеральной токсичности .....	799
<b>ГЛАВА XX ВЛИЯНИЕ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО НА ЕГО УСТОЙЧИВОСТЬ К СТРЕССАМ.....</b>	<b>802</b>
20.1. Влияние сроков сева и норм высева на водопотребление льна масличного.....	802
20.2. Орошение как фактор снижения стрессоров на растения льна .....	815
20.3. Корреляционные связи продуктивности льна масличного и условий его выращивания .....	818
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>821</b>